

Sete Lagoas, MG  
Setembro, 2010

## Autores

Décio Karam

Eng. Agr., Doutor em Plantas  
Daninhas, Pesquisador  
Embrapa Milho e Sorgo, Sete  
Lagoas, MG, karam@cnpmis.  
embrapa.br

Jéssica Aline Alves Silva

Graduanda Engenharia  
Ambiental, UNIFEMM/  
FAPED, Sete Lagoas, MG,  
jessicaalves@gmail.com

Antônio Marcos Coelho

Eng. Agr., Doutor em Solos  
e Nutrição de Plantas,  
Pesquisador Embrapa Milho  
e Sorgo, Sete Lagoas, MG,  
amcoelho@cnpmis.embrapa.  
br

Paulo César Magalhães

Eng. Agr., Doutor em  
Fisiologia Vegetal,  
Pesquisador Embrapa Milho  
e Sorgo, pcesar@cnpmis.  
embrapa.br

Dionísio Luiz Pisa Gazziero

Eng. Agr., Doutor em Plantas  
Daninhas, Pesquisador  
Embrapa Soja, Londrina, PR,  
gazziero@cnpmis.embrapa.br

Leandro Vargas

Eng. Agr., Doutor em Plantas  
Daninhas, Pesquisador da  
Embrapa Trigo, Passo Fundo,  
RS, vargas@cnpt.embrapa.brAminoácido Potássico como Recuperador de  
Milho Intoxicado por Nicosulfuron

A resposta diferencial do milho à aplicação de moléculas herbicidas constitui assunto de grande importância, visto que os diferentes padrões de tolerância ou graus de intoxicação dessa cultura podem resultar diferentes índices de produtividade. Dentre os herbicidas registrados para a cultura do milho encontra-se o nicosulfuron (Figura 1) que pertence ao grupo dos inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), que suprime a síntese de aminoácidos essenciais (leucina, isoleucina, valina), interrompendo a síntese protéica e interferindo no crescimento celular (Figura 2).

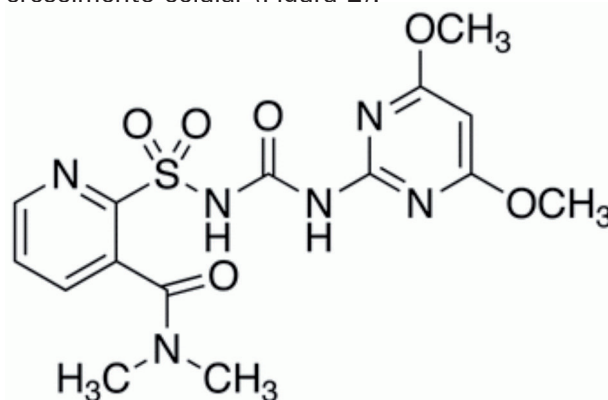


Figura 1. Estrutura química do herbicida nicosulfuron.

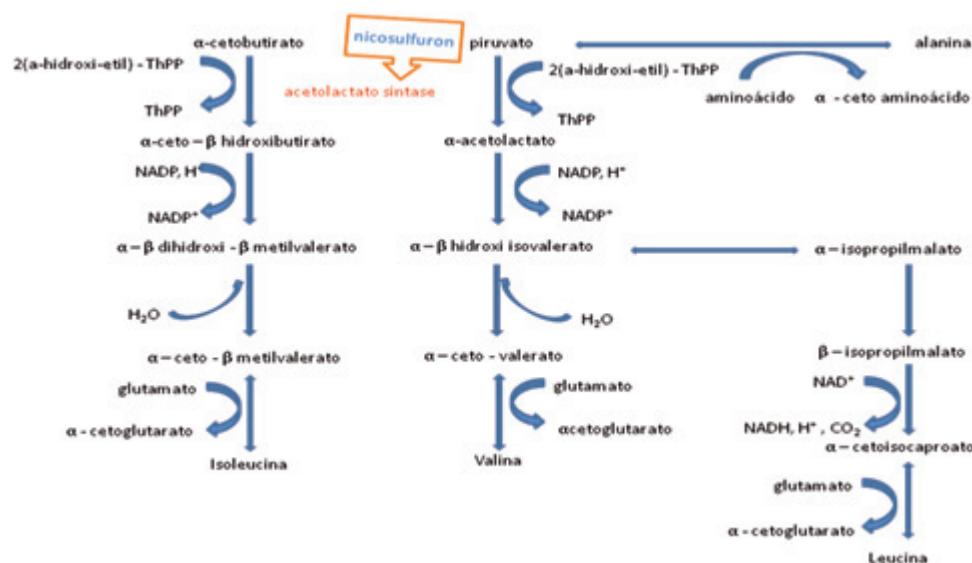


Figura 2. Cadeia dos aminoácidos essenciais valina, leucina e isoleucina e local de atuação do herbicida nicosulfuron.

O nicosulfuron, cuja denominação IUPAC<sup>1</sup> é 2-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-ylcarbamoysulfamoyl)-N,N-dimethylnicotinamide, pertence à família das sulfonilureas e está registrado junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento desde 1994, sendo que atualmente são encontrados 8 produtos formulados com este princípio ativo. O ingrediente possui ação sistêmica e tem destaque quanto ao uso nos sistemas produtivos de milho dentre os herbicidas de pós-emergência.

<sup>1</sup>Union of Pure and Applied Chemistry ou União Internacional de Química Pura e Aplicada.

O emprego desse herbicida isolado ou em associação a outras moléculas pode afetar a produtividade do milho, em função dos efeitos fitotóxicos que ele provoca em algumas cultivares. Tal efeito é causado pelo fato de que as plantas susceptíveis não dispõem dos mecanismos de metabolização da sulfonilurea em compostos não ativos. Adjuvantes, nutrientes ou inseticidas acrescidos à calda contendo herbicida podem modificar a capacidade da planta em tolerá-lo, tendo por consequência a perda da seletividade ou da eficácia no controle das plantas daninhas (GASSEN, 2002). Entre os sintomas mais comuns, são relatados clorose, deformação e amarelecimento das folhas, especialmente na porção mediana dessas (OLIVEIRA et al., 2008). Silva et al. (2007), descrevem ainda o retorcimento da planta, a paralisação do crescimento e a queda do rendimento de grãos (Figura 3).

A tolerância observada nas cultivares de milho é variada, podendo ser intensificada em função dos estádios fenológicos da cultura, no momento e no intervalo de aplicação do herbicida e do inseticida organofosforado ou da adubação nitrogenada de cobertura (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003). Kwon e Penner (1995) observaram que misturas de herbicidas do grupo das sulfonilureas com terbufós resultaram em interação sinérgica fitotóxica altamente significativa.

Uma alternativa à redução dos danos causados pela intoxicação advinda da ação de herbicidas tem sido a aplicação exógena de aminoácidos (JAWORSKI, 1972; ROISCH; LINGENS, 1974; HADERLIE et al., 1977; GRESSHOFF, 1979; ZOBIOLE et al., 2010). A aplicação de valina e isoleucina a herbicidas inibidores da ALS reverteu a inibição de crescimento de milho, causada por imazetapyr (SHANER et al., 1984). De modo semelhante, a adição de leucina, valina e isoleucina, em meio de cultura com imidazolinona, reverteu os sintomas inibitórios de crescimento de plantas de milho (ANDERSON; HIBBERD, 1985).

Dados gerados a partir de experimento (Figura 4) com a aplicação de aminoácido potássico (Tabela 1) pulverizado sobre milho aos 7 DAA<sup>1</sup> do nicosulfuron, apresentaram resultados satisfatórios quanto à recuperação das plantas. A aplicação do AA-K<sup>2</sup> (20 g ha<sup>-1</sup>) se deu subsequentemente à do herbicida, o qual foi pulverizado 21 DAE<sup>3</sup> da cultura, nas doses 20; 40; 80; 120 e 160 g ha<sup>-1</sup> isolado ou associado a methomyl (215g ha<sup>-1</sup>).

Fotos: Décio Karam



**Figura 3.** Sintomas de intoxicação do nicosulfuron em folhas (A) e espiga (B) de milho. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, 2008.

**Tabela 1.** Composição percentual do aminoácido potássico KADOSTIM® (AA-K).

Ac. Aspártica	5,7	Lisina	9,6	Matéria orgânica total	42 p/p
Alanina	8,4	Metionina	0,6	Oligopeptídeos	68p/p
Arginina	3,3	Prolina	13,4	K <sub>2</sub> O	6
Fenilalanina	2,2	Serina	3,9	Azufre	0,4
Glicina	20,2	Tirosina	11,7	Mg	0,2
Hidroxipolina	11,9	Treolina	1,4	Zn	0,2
Histidina	0,9	Valina	2	Cu	0,1
Leucina	2,6	Nitrogênio total	5 p/p*	Mo	0,01

Fonte: Tauern S.A. (2010).

\* peso/peso

<sup>1</sup>Dias após a aplicação.

<sup>2</sup>Aminoácido potássico.

<sup>3</sup>Dias após a emergência.

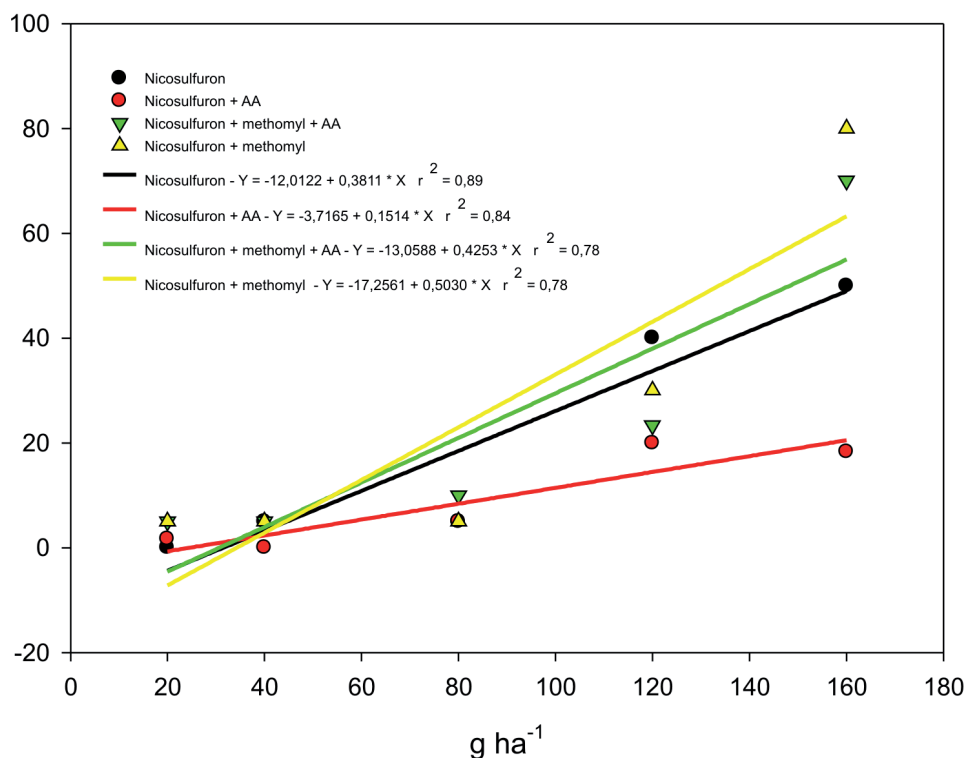


**Figura 4.** Visão geral do experimento. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2009.

Para nicosulfuron isolado em todos os tratamentos (20; 40; 80; 120 e 160 g ha<sup>-1</sup>), efeitos menos severos foram identificados em relação às plantas submetidas à aplicação do conjunto nicosulfuron + methomyl nas doses supracitadas. Em relação à recuperação, nicosulfuron + AA-K e nicosulfuron + methomyl + AA-K permitiram visualizar redução progressiva dos efeitos de intoxicação ocasionados pela sulfonilurea em relação aos tratamentos sem o aminoácido: aos 21 DAA do herbicida, com 79,9

g ha<sup>-1</sup> detectou-se intoxicação de 20% nas plantas em que nicosulfuron foi aplicado isoladamente, ao passo que nas plantas pulverizadas com nicosulfuron seguido do aminoácido potássico, igual porcentagem de intoxicação foi visualizada apenas no tratamento de 160 g ha<sup>-1</sup>, ou seja, quatro vezes a dose comercial recomendada. No tratamento nicosulfuron + methomyl + AA-K, 50% de intoxicação foi alcançada sob a dose 150 g ha<sup>-1</sup>, à medida que as plantas sob apenas nicosulfuron + methomyl obtiveram igual toxidez com aplicação de 130 g ha<sup>-1</sup>. Isso constata a eficiência do aminoácido na revigoração de plantas de milho intoxicadas por nicosulfuron.

A relação dose-resposta de intoxicação de plantas de milho, obtidas no experimento realizado em Sete Lagoas, está apresentada na Figura 5.



**Figura 5.** Curvas de dose-resposta de nicosulfuron, nicosulfuron + AA-K (Aminoácido potássico), nicosulfuron + methomyl + AA-K e nicosulfuron + methomyl aos 21 DAA. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2009.

Desse modo, a aplicação de aminoácido potássico 7 dias após a pulverização de nicosulfuron em milho confere poder de recuperação às plantas do cereal, ainda que em altas doses, constituindo, portanto, uma alternativa à redução dos danos causados por essa molécula à cultura do milho.

## Referências

- ANDERSON, P. C.; HIBBERD R. A. Evidence for the interaction of an imidazolinona herbicide with leucine, valine and isoleucine metabolism. **Weed Science**, Ithaca, v. 33, p. 479-484, 1985.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 507-515, 2003.
- GASSEN, D. N. O risco da mistura de herbicidas com inseticidas em milho. In: GASSEN, D. N. (Ed.). **Informativos técnicos Cooplantio**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2002. p. 125-128.
- GRESSHOFF, P. M. Growth inhibition by glyphosate and reversal of its action by phenylalanine and tyrosine. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v. 6, p. 177-185, 1979.
- HADERLIE, L. C.; WIDHOLM, J. M.; SLIFE, F. W. Effect of glyphosate on carrot and tobacco cells. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 60, n. 1, p. 40-43, 1977.
- JAWORSKI, E. G. Mode of action of N-phosphonomethylglycine: inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 20, n. 6, p. 1195-1198, 1972.
- KWON, C. S.; PENNER, D. The interaction of insecticides with herbicide activity. **Weed Technology**, Champaign, v. 9, p. 119-124, 1995.
- OLIVEIRA, M. F. de; BRIGHENTI, A. M.; KARAM, D.; GONTIJO NETO, M. M.; COBUCCI, T.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, L. R. **Manejo de herbicidas na dessecação de pastagem e na cultura do milho consorciado com gramíneas forrageiras**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 110).
- ROISCH, H. U.; LINGENS, F. Wirkung des herbizids N-phosphonomethylglycin auf die biosynthese der aromatischen aminosäuren†. **Angewadte Chemie International Edition**, v. 86, n. 11, p. 408-409, 1974.
- SHANER, D. L.; ANDERSON, P. C.; REIDER, M.; STIDHAM, M. A.; ORWICK, P. L. Physiological responses of corn to Arsenal. **Proceeding Southern Weed Science Society**, v. 37, p. 364, 1984.
- SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Herbicidas: classificação e mecanismos de ação. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. p. 83-148.
- ZOBIOLE, L. H. S. ; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; KREMER, R. J. Uso de aminoácido exógeno na prevenção de injúrias causadas por glyphosate na soja RR. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 3, p. 643-653, 2010.

### Circular Técnica, 142

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Milho e Sorgo**  
**Endereço:** Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151  
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
**Fone:** (31) 3027 1100  
**Fax:** (31) 3027 1188  
**E-mail:** sac@cnpmis.embrapa.br  
1ª edição  
1ª impressão (2010): on line

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**



### Comitê de publicações

**Presidente:** Antônio Carlos de Oliveira.  
**Secretário-Executivo:** Elena Charlotte Landau.  
**Membros:** Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, João Herbert Moreira Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro.

**Supervisão editorial:** Adriana Noce.

### Expediente

**Revisão de texto:** Antonio Claudio da Silva Barros.  
**Tratamento das ilustrações:** Tânia Mara A. Barbosa.  
**Editoração eletrônica:** Tânia Mara A. Barbosa.